

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-194195

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 7 月 30 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G02F 1/035				
G02B 6/122				
6/12				
			G02B 6/12	A
				J
			審査請求 未請求 請求項の数 3	O L (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平7-7221	(71) 出願人	000113263 ホーヤ株式会社 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号
(22) 出願日	平成 7 年 (1995) 1 月 20 日	(72) 発明者	山浦 均 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 ホーヤ株式会社内
		(72) 発明者	池田 英一郎 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 ホーヤ株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 阿仁屋 節雄 (外 2 名)

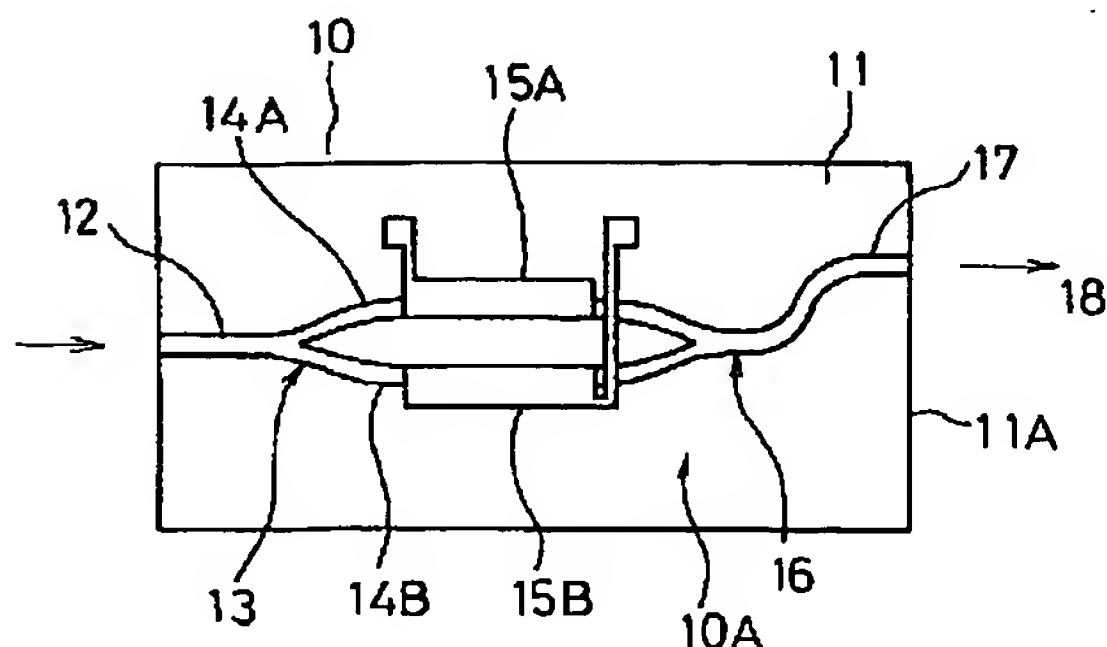
(54) 【発明の名称】 光導波路素子

(57) 【要約】

【目的】 簡単な構造で、歩留りの向上及びコストの低減を図る。

【構成】 光波の伝搬可能な光導波路 1 2, 1 4 A, 1 4 B, 1 7 を有すると共に、この光導波路内を伝搬し出射端面 1 1 A から外部に出射してその後の処理に用いられる出力光 1 8 と、基板 1 1 内で前記光導波路外に漏れ出してこの光導波路からずれた位置で出射端面 1 1 A から外部に出射する漏出光 1 9 とを適宜選択して出射端面 1 1 A から外部に出射させる光導波路素子 1 0 である。前記出射端面 1 1 A における出力光 1 8 の出射位置と漏出光 1 9 の出射位置とは、各光波同士が互いに影響し合わない程度に離れている。このために、光導波路のうち漏出光 1 9 の漏出部と出射端面 1 1 A との間を曲げて成形し、または漏出光 1 9 の漏出部における光導波路の光軸をずらしている。

10: 光導波路素子
10A: W 型光変調器
11: 基板
11A: 出射端面
12: 入射側シングルモード導波路
13: 分岐部
14A, 14B: 分岐導波路部
15A, 15B: 電極
16: 合波部
17: 出射側シングルモード導波路
18: 出力光
19: 漏出光
21: W 型



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光波の伝搬可能な光導波路を有すると共に、この光導波路内を伝搬し出射端面から外部に出射してその後の処理に用いられる出力光と、前記光導波路外に漏れ出してこの光導波路からずれた位置で出射端面から外部に出射する漏出光とを適宜選択して前記出射端面から外部に出射させる光導波路素子において、前記出射端面における出力光の出射位置と漏出光の出射位置とが、各光波同士が互いに影響し合わない程度に離れていることを特徴とする光導波路素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光導波路素子において、前記光導波路のうち前記漏出光の漏出部と出射端面との間を曲げて成形し、出力光と漏出光とが互いに影響し合わない程度に離れていることを特徴とする光導波路素子。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の光導波路素子において、前記漏出光の漏出部における光導波路の光軸をずらし、この漏出部から光導波路外に漏出して出射端面から外部に出射する漏出光と光導波路内を伝搬して出射端面から外部に出射する出力光とが互いに影響し合わない程度に離れていることを特徴とする光導波路素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光通信や光計測等に利用される光導波路素子に関し、特に出力光の特性を改善した光導波路素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、電気光学効果を利用したマッハツェンダー (MZ) 型光変調器を備えた光導波路素子は図 7 及び図 8 に示すように構成されている。具体的には、基板 1 と、この基板 1 上に設けられ外部の光ファイバ (図示せず) に接続される入射側シングルモード導波路 2 と、この入射側シングルモード導波路 2 からの光波を 2 分岐する分岐部 3 と、この分岐部 3 で 2 分岐された各分岐導波路部 4 A、4 B と、この各分岐導波路部 4 A、4 B にそれぞれ設けられ電場を形成して各分岐導波路部 4 A、4 B をそれぞれ伝搬する光波を制御する電極 5 A、5 B と、分岐された各光波を再度合成する合波部 6 と、この合波部 6 で合成された光波を基板 1 の出射端面 1 A まで導く出射側シングルモード導波路 7 に接続するための合波部 6 とを備えて構成されている。

【0003】 そして、前記電極 5 A、5 B に印加する電圧を適宜制御することで、各分岐導波路部 4 A、4 B を伝搬する各光波の間に位相差を生じさせる。電極 5 A、5 B の制御によって各光波の位相差が同相になったときには、合成された光波は出射側シングルモード導波路 7 を伝搬し、出力光 A として出射端面 1 A から外部に出射される。逆相になったときには、各光波が合波部 6 で互

いに打ち消し合って出射側シングルモード導波路 7 を伝搬することができず、この合波部 6 から外部に漏出する放射モードとなる。この放射モードのとき、合波部 6 から外部に漏出した光波が漏出光 B として出射端面 1 A から外部に出射される。

【0004】 この光導波路素子から出射される光波を、図 9 に示すように、レンズ 8 でコリメートして空間放射で使用する場合には、同相時の出力光 A と逆相時の漏出光 B とが互いに接近しすぎているため、重なり合う部分が生じてしまい、この 2 つの光波をはっきりと分けることができない。このため、同相時の出力光 A のみを透過させるようにスリット 9 を設けることもあるが、この場合漏出光 B がスリット 9 を挟むように両側に位置するため、この漏出光 B の一部がスリット 9 に漏れてしまう。即ち、放射モードの漏出光 B を完全にカットすることはできず、出力光 A の消光比が悪化してしまう。

【0005】 また、光パワーメータを用いて出射側シングルモード導波路 7 と外部の光ファイバ (図示せず) とを接続する場合、放射モードの漏出光 B を検出してしまうので、これらの接続が困難であった。

【0006】 この問題を解消するために、出射側シングルモード導波路 7 の出射端面 1 A 近傍に漏出光 B を除去するための溝や吸収層を形成する方法 (特開平 6 - 1 8 6 4 5 1) や、光反射膜等を設ける方法 (特開平 5 - 1 9 6 8 2 3) が知られている。さらに、動作点の変動を防止するために漏出光 B をフィードバック光として利用する方法 (特開平 3 - 1 4 5 6 2 3) も知られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記構成の光導波路素子では、溝、吸収層あるいは光反射膜等の放射モード除去手段を設ける工程が必要になるので、この素子の製造時の歩留り低下及びこれに伴うコストの増加をもたらすという問題点がある。

【0008】 さらに、漏出光 B をフィードバック光として利用する場合、動作点の変動してから制御するため、応答性が悪い。また、フィードバック制御のための光ファイバ、光検知器、信号処理制御回路等が必要となり、装置が複雑になり、コストの増加をもたらすという問題点がある。

【0009】 本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、構造が簡単で、歩留りの向上及びコストの低減を図った光導波路素子を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するために第 1 の発明に係る光導波路素子は、光波の伝搬可能な光導波路を有すると共に、この光導波路内を伝搬し出射端面から外部に出射してその後の処理に用いられる出力光と、前記光導波路外に漏れ出してこの光導波路からずれた位置で出射端面から外部に出射する漏出光とを適宜

選択して前記出射端面から外部に出射させる光導波路素子において、前記出射端面における出力光の出射位置と漏出光の出射位置とが、各光波同士が互いに影響し合わない程度に離れていることを特徴とする。

【0011】第2の発明に係る光導波路素子は、前記光導波路のうち前記漏出光の漏出部と出射端面との間を曲げて成形し、出力光と漏出光とが互いに影響し合わない程度に離れていることを特徴とする。

【0012】第3の発明に係る光導波路素子は、前記漏出光の漏出部における光導波路の光軸をずらし、この漏出部から光導波路外に漏出して出射端面から外部に出射する漏出光と光導波路内を伝搬して出射端面から外部に出射する出力光とが互いに影響し合わない程度に離れていることを特徴とする。

【0013】

【作用】前記第1の発明では、出射端面における出力光と漏出光の各出射位置が十分に離れているので、出力光及び漏出光の各光波同士が互いに影響し合うことがなくなる。即ち、出力光の空間光強度分布と漏出光の空間光強度分布とが重なることがなくなり、出力光と漏出光とが明確に区別されて出射し、誤動作等の不都合を確実に防止することができる。

【0014】第2の発明では、漏出部と出射端面との間に位置する光導波路を曲げて成形したので、出力光はこの曲がった光導波路内を伝搬し、出射端面において漏出光から離れた位置から出射する。これにより、出力光の空間光強度分布と漏出光の空間光強度分布とが重なることがなくなり、互いに影響することがなくなる。

【0015】第3の発明では、漏出部における光導波路の光軸をずらしたので、この漏出部から光導波路外に漏出した漏出光は、光導波路内を伝搬した出力光から離れた位置で出射端面から外部に出射する。これにより、出力光の空間光強度分布と漏出光の空間光強度分布とが重なることがなく、互いに影響し合うことがなくなる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面を参照しながら詳細に説明する。

【0017】〔第1実施例〕本実施例では光源として波長633nmのヘリウムネオンレーザ光を用いた。この光源を用いた場合、後述する光導波路素子10の出射端面11Aにおける漏出光19の広がり半径は200 μ mとなった。

【0018】図1はMZ型光変調器10Aを備えた光導波路素子10を示す平面図、図2は図1の光導波路素子10を出射端面11A側から見た側面図である。

【0019】本実施例の光導波路素子10もMZ型光変調器10Aを備えている。この光導波路素子10の全体構成は前記従来の光導波路素子とほぼ同様である。図中の11は基板、12は入射側シングルモード導波路、13は分岐部、14A、14Bは分岐導波路部、15A、

15Bは電極、16は合波部、17は出射側シングルモード導波路、18は出力光、19は放射モードでの漏出光である。基板11はタンタル酸リチウム(LiTaO₃)で成形されている。この基板11上にプロトン交換法により各光導波路12、14A、14B、17が成形されている。また、出力光18を制御する電極15A、15Bがフォトリソグラフィ技術により作成されている。

【0020】MZ型光変調器10Aでは、電極15A、15Bに印加する電圧を制御することにより、基板11の出射端面11Aから出力光18を出射させるON状態と、出射端面11Aから漏出光19を出射させる放射モードであるOFF状態に適宜切り換え設定することができるようになっている。OFF時の漏出光19は合波部16から出射側シングルモード導波路17内に伝搬できずにこの合波部16の部分で外部に漏れ出す光であり、合波部16を中心にしておよそ3度の広がり角で広がっていく。

【0021】合波部16から基板11の出射端面11Aまでの光導波路である出射側シングルモード導波路17は2回曲げて成形されている。具体的には、図1においてS字状に折り曲げて成形されている。この出射側シングルモード導波路17の曲り部は、次式で表される形状に合せて成形される。

【0022】

$$y = 150 (1 - \cos(\pi Z / 7000))$$

ここで、 π は円周率、Zは出射側シングルモード導波路17の始点からの距離、yは横方向のずれ量である。

【0023】この式の値に合せて曲げられた出射側シングルモード導波路17により、出力光18の出射位置は、隣接する漏出光19の中心位置から300 μ m横にずれ、半径200 μ mに広がった漏出光19と完全に分離される。

【0024】これにより、出力光18と漏出光19とが互いに影響し合わうことがなくなる。これら出力光18及び漏出光19をレンズ21でコリメートする場合も、図3に示すように、出力光18の空間光強度分布と漏出光19の空間光強度分布とが重なることがなくなり、誤動作等の不都合を確実に防止して出力光18の特性の悪化を防止する。

【0025】また、出力光18の位置を正確に特定することができるので、出射側シングルモード導波路17の出射端位置を正確に特定でき、外部からの光ファイバの接続が容易になる。

【0026】従来のような放射モード除去手段を設ける工程が省略できるため、素子作成工程を簡略化することができる。この素子作成工程の簡略化及び構造の簡素化により、製造歩留りの向上及びコストの低減を図ることが可能になる。

【0027】さらに、素子の動作点の変動を防止するた

めに、素子の基板から出射した放射モードの漏出光 1 9 を利用することができる。

【0028】〔第2実施例〕本実施例の光導波路素子 2 5 の全体構成は、図 4 及び図 5 に示すように、前記第 1 実施例とほぼ同様であり、同様の機能を有する。

【0029】本実施例では、MZ 型光変調器 2 5 A を傾けて成形されている。具体的には、基板 1 1 の出射端面 1 1 A における法線方向から 5 度傾けられている。出射側シングルモード導波路 2 6 は曲率半径 4 0 mm の円弧状に成形されている。この出射側シングルモード導波路 2 6 の長さは 3. 4 mm である。なお、図 4 においては分岐導波路部 2 7 A, 2 7 B から合波部 2 8 への導波路部分が大きな角度を有しているように見えるが、これは図面での理解を容易にするためであり、実際には合波部 2 8 における各分岐導波路部 2 7 A, 2 7 B の挟む角は 1 度程度である。

【0030】これにより、出力光 3 0 と漏出光 3 1 との中心位置を 3 5 0 μ m ずらすことができた。そして、空間放射においても、図 6 に示すように、出力光 3 0 の空間光強度分布と漏出光 3 1 の空間光強度分布とが重ならず、明確に分離することができる。

【0031】また、出力光 3 0 と漏出光 3 1 の各空間光強度分布が互いに重ならないようにするために、出射側シングルモード導波路 2 6 のうち曲がり導波路部分の長さを短くし、その曲率を小さくすることができ、曲がり導波路部分を伝搬する出力光の伝搬損失を低く押えた状態で、光導波路素子 2 5 の寸法を小さくすることができる。これにより、材料の数量が低減し、コストの低減を図ることができる。

【0032】〔変形例〕

(1) 前記各実施例では、光源として波長 6 3 3 nm のヘリウムネオンレーザ光を用いた場合を例に説明したが、波長 1. 3 μ m の半導体レーザ光、波長 1. 5 5 μ m の半導体レーザ光、その他のレーザ光にも適用できる。この場合も前記各実施例同様の効果を奏することができる。

【0033】(2) 前記第 1 実施例では、出射側シングルモード導波路 1 7 の曲がり具合、即ち導波路形状を COS 関数により定めたが、他の導波路形状、例えば SIN 関数型や円弧を用いてもよい。これによっても、前記各実施例同様の効果を奏することができる。

【0034】(3) 基板 1 1 としては、タンタル酸リチウム (LiTaO₃) 以外に、ニオブ酸リチウム (LiNbO₃) や、石英等のガラス基板上に電気光学素子を有する薄膜を形成したもの等でもよい。

【0035】(4) 前記各実施例では、電気光学素子を利用した変調器を例に説明したが、熱光学効果や磁気光学効果等の他の光波制御手段を用いた場合も前記各実

施例同様の効果を奏することができる。

【0036】(5) 前記各実施例では、マッハツェンダー型の光変調器を例に説明したが、例えば導波路型偏光子等の放射モードを生じる光導波路素子であれば、本発明が適用でき、前記各実施例同様の効果を奏することができる。1 チャンネルに限らず、多チャンネルの場合でも適用でき、この場合でも前記各実施例同様の効果を奏することができる。

【0037】

【発明の効果】上記のように、本発明のレーザ装置によれば、次のような効果を奏することができる。

【0038】(1) 出射端面における出力光の出射位置と漏出光の出射位置とを、光導波路のうち漏出光の漏出部と出射端面との間を曲げて成形することにより、または漏出光の漏出部における光導波路の光軸をずらすことにより、各光波同士が互いに影響し合わない程度に離れるように設定したので、出力光の空間光強度分布と漏出光の空間光強度分布とが重なることがなくなり、誤動作等の不都合を確実に防止して出力光の特性の悪化を防止する。

【0039】(2) 光導波路を曲げるか、光導波路の光軸をずらすかするだけなので、構造が簡単であり、製造歩留りの向上及びコストの低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施例に係る光導波路素子を示す平面図である。

【図 2】図 1 に示す光導波路素子を出射端面側から見た側面図である。

【図 3】光導波路素子から出射した出力光及び漏出光の状態を示す模式図である。

【図 4】本発明の第 2 実施例に係る光導波路素子を示す平面図である。

【図 5】図 4 に示す光導波路素子を出射端面側から見た側面図である。

【図 6】光導波路素子から出射した出力光及び漏出光の状態を示す模式図である。

【図 7】従来の光導波路素子を示す平面図である。

【図 8】図 6 に示す光導波路素子を出射端面側から見た側面図である。

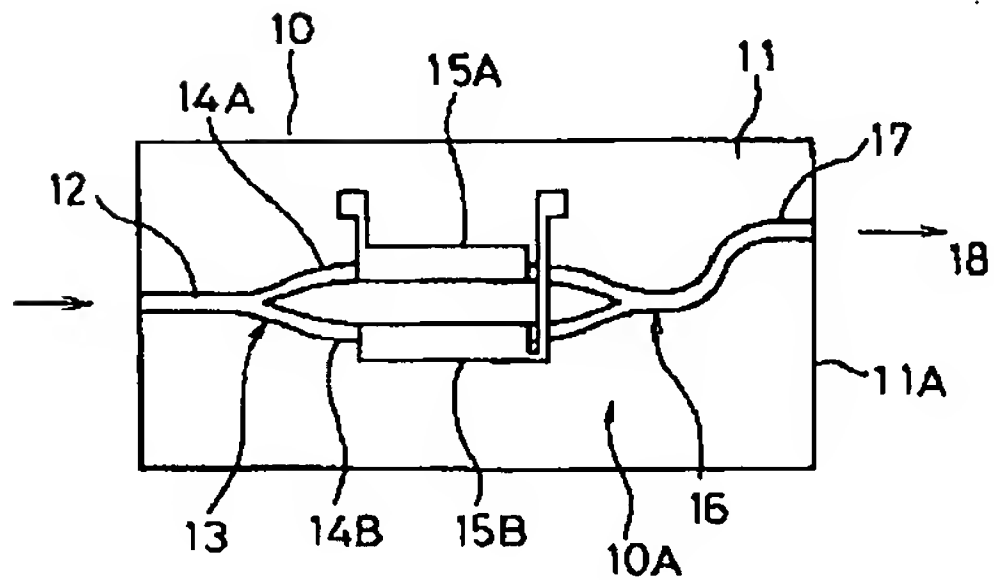
【図 9】光導波路素子から出射した出力光及び漏出光の状態を示す模式図である。

【符号の説明】

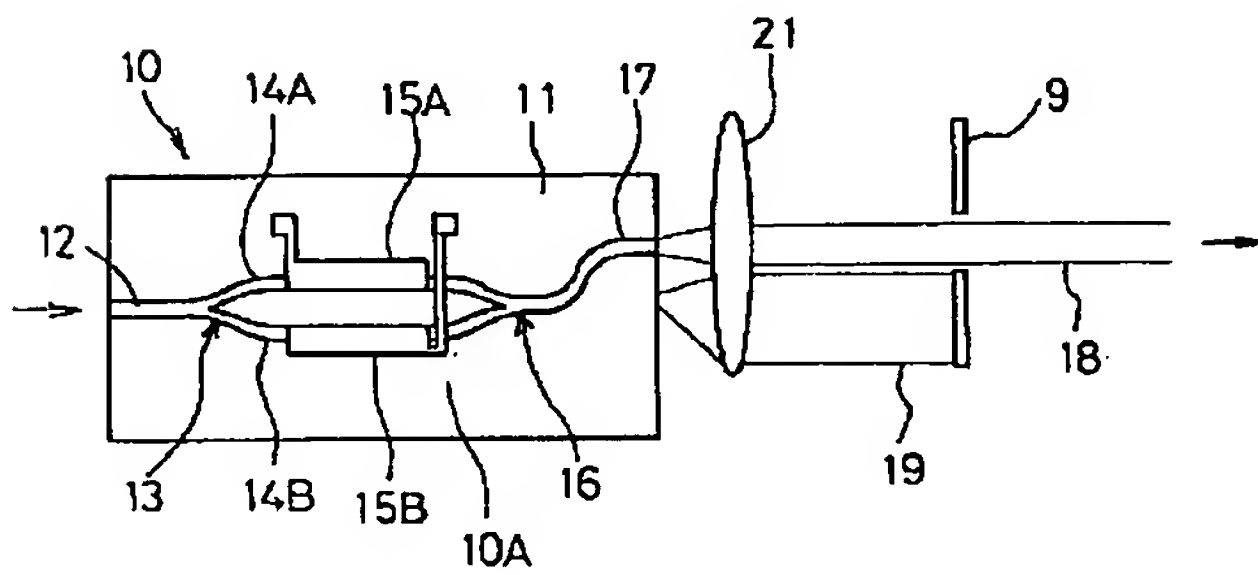
1 0 … 光導波路素子、1 0 A … MZ 型光変調器、1 1 … 基板、1 1 A … 出射端面、1 2 … 入射側シングルモード導波路、1 3 … 分岐部、1 4 A, 1 4 B … 分岐導波路部、1 5 A, 1 5 B … 電極、1 6 … 合波部、1 7 … 出射側シングルモード導波路、1 8 … 出力光、1 9 … 漏出光、2 1 … レンズ。

【図 1】

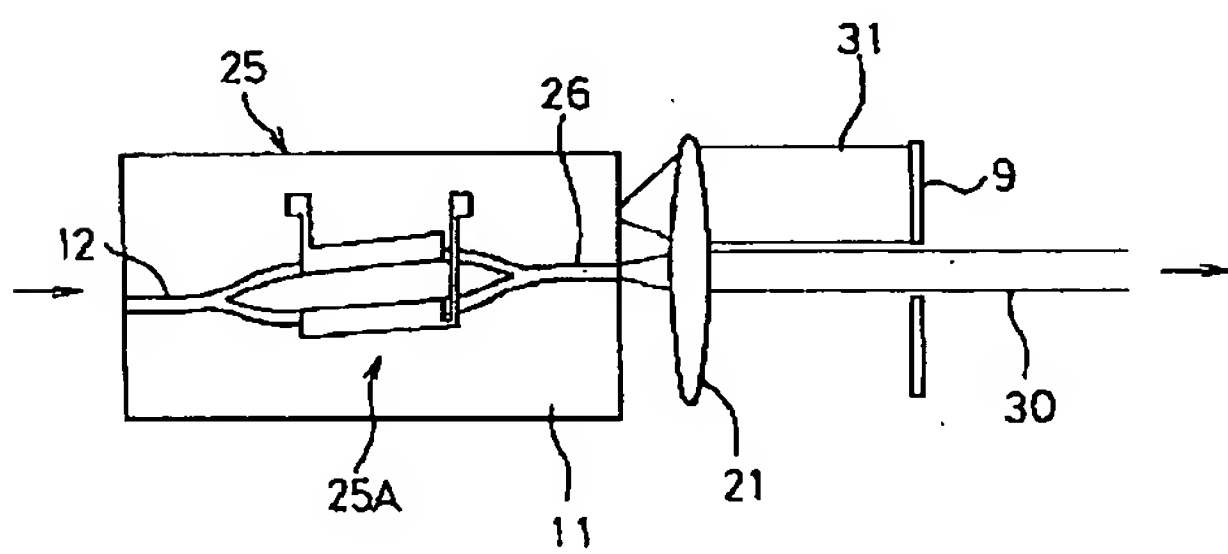
- | | |
|---------------|------------------|
| 10: 光導波路素子 | 14A, 14B: 分岐導波路部 |
| 10A: M型光変調器 | 15A, 15B: 電極 |
| 11: 基板 | 16: 合波部 |
| 11A: 出射端面 | 17: 出射側シフト導波路 |
| 12: 入射側シフト導波路 | 18: 出力光 |
| 13: 分岐部 | 19: 漏出光 |
| | 21: WZ |



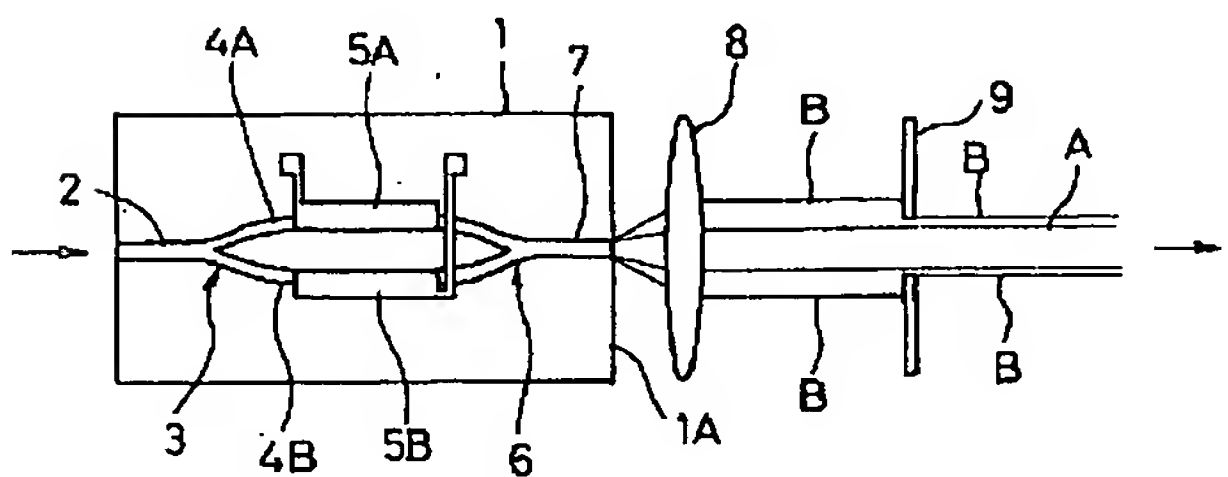
【図 3】



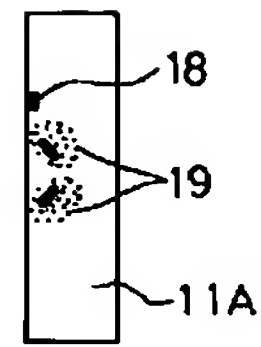
【図 6】



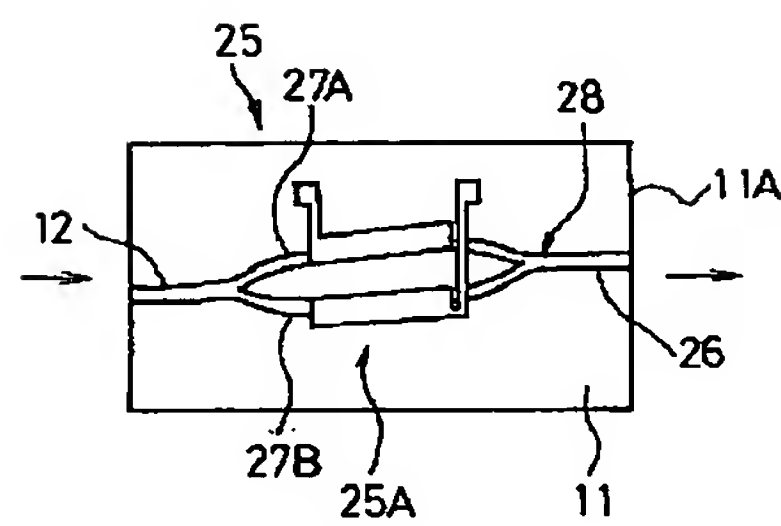
【図 9】



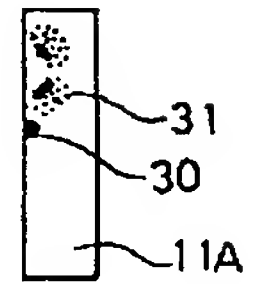
【図 2】



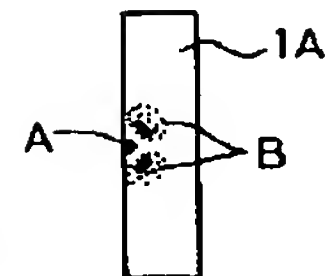
【図 4】



【図 5】



【図 8】



【図 7】

